

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-054250

(43)Date of publication of application : 26.02.1999

(51)Int.Cl.

H05B 6/06

(21)Application number : 09-210309

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 05.08.1997

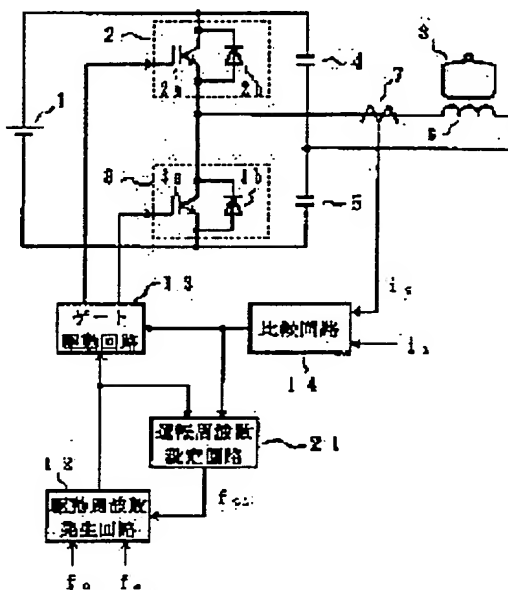
(72)Inventor : KADOGAKI TAKANOBU

## (54) CONTROLLING METHOD OF INVERTER FOR INDUCTION HEATING

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a controlling method of an inverter by which the frequency output through an inverter for the optimum induction heating, can be set automatically, regardless of the difference of the structures and materials of a substance to be heated of the inverter for induction heating.

**SOLUTION:** First, an inverter is started with a frequency on the basis of the frequency ( $f_S$ ), which is sufficiently higher than a resonance frequency based on the resonance capacitors 4, 5 and a heating coil 6, then an electric current ( $i_C$ ) of the heating coil 6 is monitored under the condition that the frequency is lowered to a frequency ( $f_C$ ) which is slightly higher than the resonance frequency, with a specific decreasing gradient. Furthermore a frequency ( $f_{CL}$ ) which is higher than a frequency ( $f_{CO}$ ) of the time when the electric current ( $i_C$ ) exceeds a specific limit value ( $i_L$ ) by just a specific ratio, is stored, and the inverter is restarted to repeat the operation for lowering the frequency from the frequency ( $f_S$ ) to the frequency ( $f_{CL}$ ).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-54250

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 5 B 6/06

識別記号

3 8 6

F I

H 0 5 B 6/06

3 8 6

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-210309

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月5日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 角垣 隆宜

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

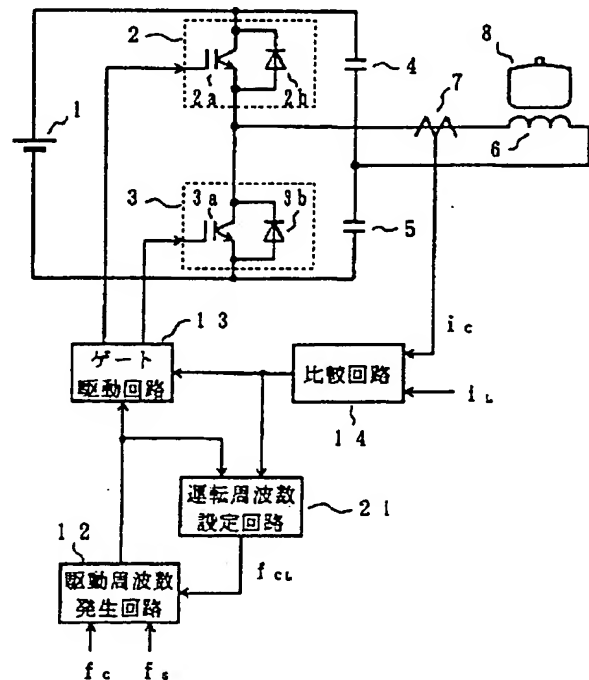
(74) 代理人 弁理士 篠部 正治

(54) 【発明の名称】 誘導加熱用インバータの制御方法

(57) 【要約】

【課題】 誘導加熱用インバータの被加熱物の構造、材質の違いに無関係に、自動的に最適な誘導加熱用インバータの出力する周波数を設定する該インバータの制御方法を提供する。

【解決手段】 先ず共振コンデンサ4、5と加熱コイル6とに基づく共振周波数より十分高い周波数 $f_s$ に基づく周波数で起動させた後、この周波数を所定の減少勾配で該共振周波数より若干高い周波数 $f_c$ まで下降させつつ、加熱コイル6の電流 $i_c$ を監視し、電流 $i_c$ が所定の制限値 $i_L$ を越えたときには、この時の周波数 $f_a$ より所定の比率だけ高い周波数 $f_{cl}$ を記憶して、再度起動し、周波数 $f_s$ から周波数 $f_a$ まで下降させる動作を繰り返す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】直流電源の両端に2組の半導体スイッチを直列接続した回路と2個の共振コンデンサを直列接続した回路とをそれぞれ並列接続し、該半導体スイッチの間接続点と該共振コンデンサの間接続点との間に加熱コイルを接続し、該半導体スイッチそれぞれを所定の駆動周波数で交互にオン・オフさせることにより該加熱コイル上の被加熱物を加熱する誘導加熱用インバータにおいて、

前記加熱コイルの電流  $i_c$  を監視しつつ、前記共振コンデンサと加熱コイルとに基づく共振周波数  $f_r$  より十分高い周波数  $f_s$  の前記駆動周波数で前記インバータを起動させた後、該駆動周波数を前記  $f_r$  より若干高い周波数  $f_c$  ( $f_r < f_c < f_s$ ) まで所定の減少勾配で低下させる際に、

前記駆動周波数が前記  $f_c$  で、且つ前記加熱コイル電流  $i_c$  が制限値  $i_L$  以内 ( $i_c \leq i_L$ ) のときには、この駆動周波数 ( $f_c$ ) で前記インバータの運転を継続させ、前記加熱コイル電流  $i_c$  が制限値  $i_L$  を越えた ( $i_c > i_L$ ) ときには、前記インバータを一旦停止させ、再度、前記加熱コイルの電流  $i_c$  を監視しつつ前記  $f_s$  の駆動周波数で該インバータを起動させた後、前記加熱コイル電流  $i_c$  が制限値  $i_L$  を越えたときの駆動周波数  $f_\alpha$  より所定の比率  $\alpha$  だけ高い周波数  $f_\alpha$  ( $f_\alpha = f_\alpha \times (1 + \alpha)$ ) まで前記勾配で低下させる動作を繰り返す、

前記動作の繰り返しにより、前記駆動周波数が前記周波数  $f_\alpha$  で、且つ前記加熱コイル電流が前記制限値以下になった ( $i_c \leq i_L$ ) ときに、この駆動周波数 ( $f_\alpha$ ) で前記インバータの運転を継続させることを特徴とする誘導加熱用インバータの制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、電磁調理器などに使用される誘導加熱用インバータの制御方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図3は、この種の誘導加熱用インバータの制御方法の従来例を示す回路構成図である。図3において、1は整流電源などの直流電源、2、3はそれぞれIGBT2a、3aとダイオード2b、3bとを逆並列接続してなる半導体スイッチ、4、5は共振コンデンサ、6は加熱コイル、7は電流検出器、8は被加熱物としての鍋、11は運転周波数設定器、12は駆動周波数発生回路、13はゲート駆動回路14は比較回路をそれぞれ示す。

【0003】図3に示した誘導加熱用インバータにおいて、例えば共振コンデンサ4、5と加熱コイル6とに基づく共振周波数  $f_r$  が20kHz程度に整定されたとすると、この誘導加熱用インバータの起動時の駆動周波数

$f_s$  を50kHz程度に設定し、起動完了時の駆動周波数  $f_c$  は25kHz程度に設定される。このように駆動周波数の変化範囲を25～50kHz程度にすることで、この駆動周波数に基づいて半導体スイッチ2、3を交互にオン・オフさせても、周知の如く、加熱コイル6に加わる電圧と電流の余裕角  $\gamma$  は所望の値以上が保たれ、特別に余裕角  $\gamma$  を制御する回路を備えなくても、この加熱用インバータは安定に動作することが知られている。また、半導体スイッチ2、3それぞれを構成するデバイスの許容電流定格などに基づいて、この誘導加熱用インバータにより鍋8を加熱する最大電力が決定される。

【0004】図3に示した誘導加熱用インバータの動作を以下に説明する。まず加熱コイル6の上に鍋8が載せられた状態で、図示しないこのインバータの操作回路により加熱指令が発せられると、駆動周波数発生回路12は設定された前記周波数  $f_s$  による周波数の駆動信号を出力し、この駆動信号によりゲート駆動回路13から半導体スイッチ2、3を交互にオン・オフさせるゲート信号が発せられて、誘導加熱用インバータは起動する。

【0005】この誘導加熱用インバータが起動すると、電流検出器7を介して加熱コイル6の電流  $i_c$  を比較回路14で監視しつつ、駆動周波数発生回路12は設定された前記周波数  $f_s$  から周波数  $f_c$  まで、例えば0.5秒程度の減少勾配で駆動信号の周波数を低下させる動作を開始する。この低下動作中に運転周波数設定器11の設定値  $f^*$  ( $f^* \leq f_c$ ) になると、以後はこの設定値  $f^*$  の周波数の駆動信号を出力する。

【0006】なお運転周波数設定器11の設定値  $f^*$  は、鍋8の構造、材質などにより、この誘導加熱用インバータの操作員が運転周波数設定器11を操作する。また比較回路14に設定される制限値  $i_L$  は、前述の如く半導体スイッチ2、3それぞれを構成するデバイスの許容電流定格に基づいて整定され、加熱コイル6の電流  $i_c$  が制限値  $i_L$  を越える ( $i_c > i_L$ ) と比較回路14が動作して、ゲート駆動回路13がゲート信号を出力するのを阻止する。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来の誘導加熱用インバータの制御方法によると、操作員がその都度、鍋8の構造、材質などの違いにより運転周波数設定器11を操作する必要があり、その設定値  $f^*$  が適正でないときには、加熱コイル6の電流  $i_c$  が比較回路14の制限値  $i_L$  を越え、その結果、比較回路14が動作してゲート駆動回路13のゲート信号を阻止し、この誘導加熱用インバータの動作を停止させることがあった。

【0008】この状態に到ったときには、運転周波数設定器11の設定値  $f^*$  を前回より高い値に再設定して、再度この誘導加熱用インバータを起動させる操作を繰り返す必要があった。この発明の目的は上記問題点を解決

10

20

30

40

50

し、自動的に最適な駆動周波数を設定できる誘導加熱用インバータの制御方法を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、直流電源の両端に2組の半導体スイッチを直列接続した回路と2個の共振コンデンサを直列接続した回路とをそれぞれ並列接続し、該半導体スイッチの中間接続点と該共振コンデンサの中間接続点との間に加熱コイルを接続し、該半導体スイッチそれぞれを所定の駆動周波数で交互にオン・オフさせることにより該加熱コイル上の被加熱物を加熱する誘導加熱用インバータにおいて、前記加熱コイルの電流  $i_c$  を監視しつつ、前記共振コンデンサと加熱コイルとに基づく共振周波数  $f_R$  より十分高い周波数  $f_s$  の前記駆動周波数で前記インバータを起動させた後、該駆動周波数を前記  $f_R$  より若干高い周波数  $f_c$  ( $f_R < f_c < f_s$ ) まで所定の減少勾配で低下させる際に、前記駆動周波数が前記  $f_c$  で、且つ前記加熱コイル電流  $i_c$  が制限値  $i_L$  以内 ( $i_c \leq i_L$ ) のときには、この駆動周波数 ( $f_c$ ) で前記インバータの運転を継続させ、前記加熱コイル電流  $i_c$  が制限値  $i_L$  を越えた ( $i_c > i_L$ ) ときには、前記インバータを一旦停止させ、再度、前記加熱コイルの電流  $i_c$  を監視しつつ前記  $f_s$  の駆動周波数で該インバータを起動させた後、前記加熱コイル電流  $i_c$  が制限値  $i_L$  を越えたときの駆動周波数  $f_{co}$  より所定の比率  $\alpha$  だけ高い周波数  $f_{a1}$  ( $f_{a1} = f_{co} \times (1 + \alpha)$ ) まで前記勾配で低下させる動作を繰り返す、前記動作の繰り返しにより、前記駆動周波数が前記周波数  $f_{a1}$  で、且つ前記加熱コイル電流が前記制限値以下になった ( $i_c \leq i_L$ ) ときに、この駆動周波数 ( $f_{a1}$ ) で前記インバータの運転を継続させる。

【0010】この発明によれば、被加熱物の構造、材質などの違いに無関係に、自動的に最適な前記駆動周波数を設定できる。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】図1は、この発明の誘導加熱用インバータの制御方法の実施例を示す回路構成図であり、図3に示した従来例回路と同一機能を有するものには同一符号を付して、その説明を省略する。すなわち図1に示す誘導加熱用インバータには直流電源1、半導体スイッチ2、3、共振コンデンサ4、5、加熱コイル6、電流検出器7、鍋8、駆動周波数発生回路12、ゲート駆動回路13、比較回路14の他に、運転周波数設定回路21を備え、この運転周波数設定回路21は従来例回路の運転周波数設定器11の設定値  $f^*$  に代えて、周波数  $f_{a1}$  を駆動周波数発生回路12に出力する。

【0012】図1に示した運転周波数設定回路21の動作を中心に、図2に示す波形図を参照しつつ、以下に説明する。まず加熱コイル6の上に鍋8が載せられた状態で、図示しないこのインバータの操作回路により時刻0で加熱指令が発せられると(図2(イ)参照)、運転周

波数設定回路21は記憶値  $f_{a0}$  としての周波数  $f_{a0}$  ( $= f_c$ ) を出力し(図2(ニ)参照)、また、駆動周波数発生回路12は設定された前記周波数  $f_s$  による周波数の駆動信号を出力し(図2(ロ)参照)、この駆動信号によりゲート駆動回路13から半導体スイッチ2、3を交互にオン・オフさせるゲート信号が発せられて、誘導加熱用インバータは起動する。

【0013】この誘導加熱用インバータが起動すると、電流検出器7を介して加熱コイル6の電流  $i_c$  を比較回路14で監視しつつ、駆動周波数発生回路12は設定された前記周波数  $f_s$  から周波数  $f_c$  まで、例えば0.5秒程度の減少勾配で駆動信号の周波数を低下させる動作を開始する(図2(ロ)参照)。この低下動作中の時刻  $T_1$  のとき、周波数  $f_{co1}$  の駆動信号が駆動周波数発生器12から発せられ(図2(ロ)参照)、この周波数に基づいた加熱コイル6の電流  $i_c$  が制限値  $i_L$  を越えると(図2(ハ)参照)、比較回路14が動作してゲート駆動回路13のゲート信号を阻止し、同時に運転周波数設定回路21では、直前の周波数  $f_{co1}$  より所定の比率  $\alpha$  (例えば、0.5%程度)だけ高い周波数  $f_{a1}$  ( $f_{a1} = f_{co1} \times (1 + \alpha)$ ) を演算、記憶し、この誘導加熱用インバータの動作を停止させる(図2(ロ、ハ)参照)。

【0014】次に、時刻  $T_2$  になると、運転周波数設定回路21は記憶値  $f_{a1}$  としての前記周波数  $f_{a1}$  を出力し(図2(ニ)参照)、再度、加熱コイル6の電流  $i_c$  を監視しつつ前記  $f_s$  の駆動周波数で前記インバータを起動させた後(図2(ロ)参照)、該駆動周波数を運転周波数設定回路21が出力している周波数 ( $f_{a1}$ ) まで前記勾配で低下させる動作を開始する(図2(ロ)参照)。

【0015】この低下動作中の時刻  $T_3$  のとき、周波数  $f_{co2}$  ( $f_{co2} > f_{a1}$ ) の駆動信号が駆動周波数発生器12から発せられ(図2(ロ)参照)、この周波数に基づいた加熱コイル6の電流  $i_c$  が制限値  $i_L$  を越えると(図2(ハ)参照)、比較回路14が動作してゲート駆動回路13のゲート信号を阻止し、同時に運転周波数設定回路21では、直前の周波数  $f_{co2}$  より前記比率  $\alpha$  だけ高い周波数  $f_{a2}$  ( $f_{a2} = f_{co2} \times (1 + \alpha)$ ) を演算、記憶し、この誘導加熱用インバータの動作を再度停止させる(図2(ロ、ハ)参照)。

【0016】次に、時刻  $T_4$  になると、運転周波数設定回路21は記憶値  $f_{a2}$  としての前記周波数  $f_{a2}$  を出力し(図2(ニ)参照)、再度、加熱コイル6の電流  $i_c$  を監視しつつ前記  $f_s$  の駆動周波数でこの加熱用インバータを起動させた後(図2(ロ)参照)、駆動信号の周波数を運転周波数設定回路21が出力している周波数 ( $f_{a2}$ ) まで前記勾配で低下させる動作を開始する(図2(ロ)参照)。

【0017】この低下動作が終了した時刻  $T_5$  のとき、

すなわち、駆動信号の周波数が前記周波数  $f_{a2}$  で (図2 (ロ) 参照)、且つ加熱コイル6の電流  $i_c$  が制限値  $i_L$  以下になっている ( $i_c \leq i_L$ ) ときには (図2 (ハ) 参照)、以後、この駆動周波数 ( $f_{a2}$ ) でこの加熱用インバータの運転を継続させ、鍋8の具が煮えるのを待ち、煮え上がると、操作員が加熱指令をオフする操作を行い、この加熱用インバータを停止させる。

【0018】 上述の如き再起動動作を複数回自動的に繰り返すことにより、鍋8の構造、材質などの違いに無関係に、駆動周波数発生回路12から最適な駆動信号の周波数を設定できる。また、この周波数では鍋8を加熱する許容最大電力が得られる。なお、上述の第1回目の下降動作が完了したときの駆動周波数発生回路12からの駆動信号の周波数が前記周波数  $f_c$  で、且つ加熱コイル6の電流  $i_c$  が制限値  $i_L$  以下になっている ( $i_c \leq i_L$ ) ときには、以後、この駆動周波数 ( $f_c$ ) でこの加熱用インバータの運転を継続させる。

【0019】

【発明の効果】 この発明によれば、被加熱物の構造、材質などの違いに無関係に、最適な加熱用インバータが出

力する周波数を自動的に設定でき、この加熱用インバータの操作員の感や熟練を要しない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例を示す加熱用インバータの回路構成図

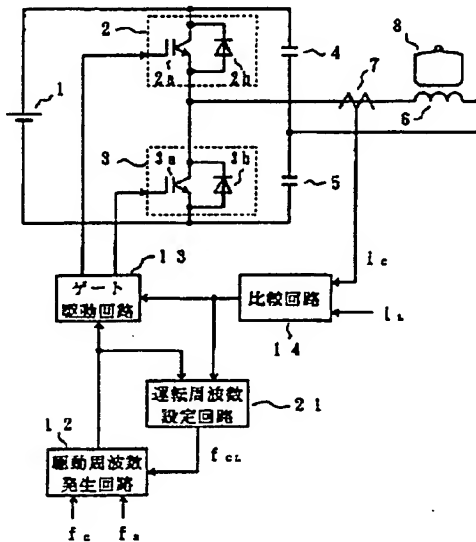
【図2】 図1の動作を説明する波形図

【図3】 従来例を示す加熱用インバータの回路構成図

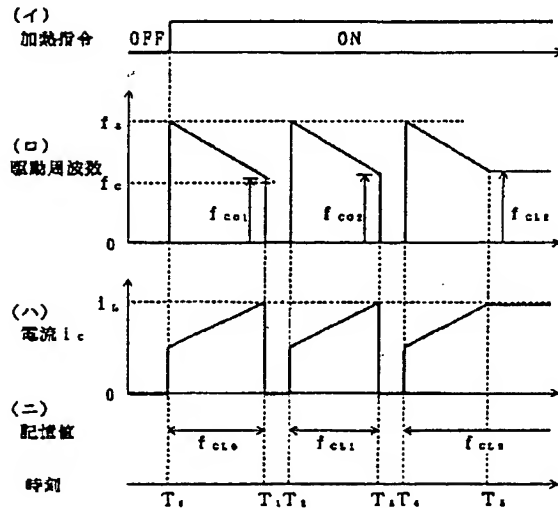
【符号の説明】

- |      |           |
|------|-----------|
| 1    | 直流電源      |
| 2, 3 | 半導体スイッチ   |
| 4, 5 | 共振コンデンサ   |
| 6    | 加熱コイル     |
| 7    | 電流検出器     |
| 8    | 鍋         |
| 11   | 運転周波数設定器  |
| 12   | 駆動周波数発生回路 |
| 13   | ゲート駆動回路   |
| 14   | 比較回路      |
| 21   | 運転周波数設定回路 |

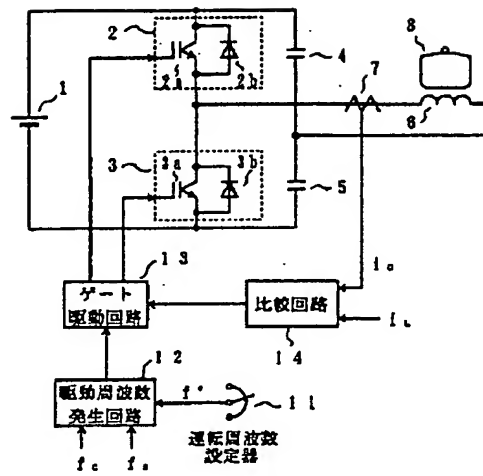
【図1】



【図2】



【図 3】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**